

Corso di

IMPIANTI TECNICI per l'EDILIZIA

Impianti di climatizzazione



Prof. Paolo ZAZZINI
Dipartimento INGEO
Università "G. D'Annunzio" Pescara
www.lft.unich.it

IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE

Impianti di climatizzazione (UNI 10339):

“Sistemi che effettuano il controllo continuativo delle “condizioni termiche, igrometriche, di qualità e di movimento dell’aria comprese entro i limiti richiesti per assicurare il benessere alle persone”

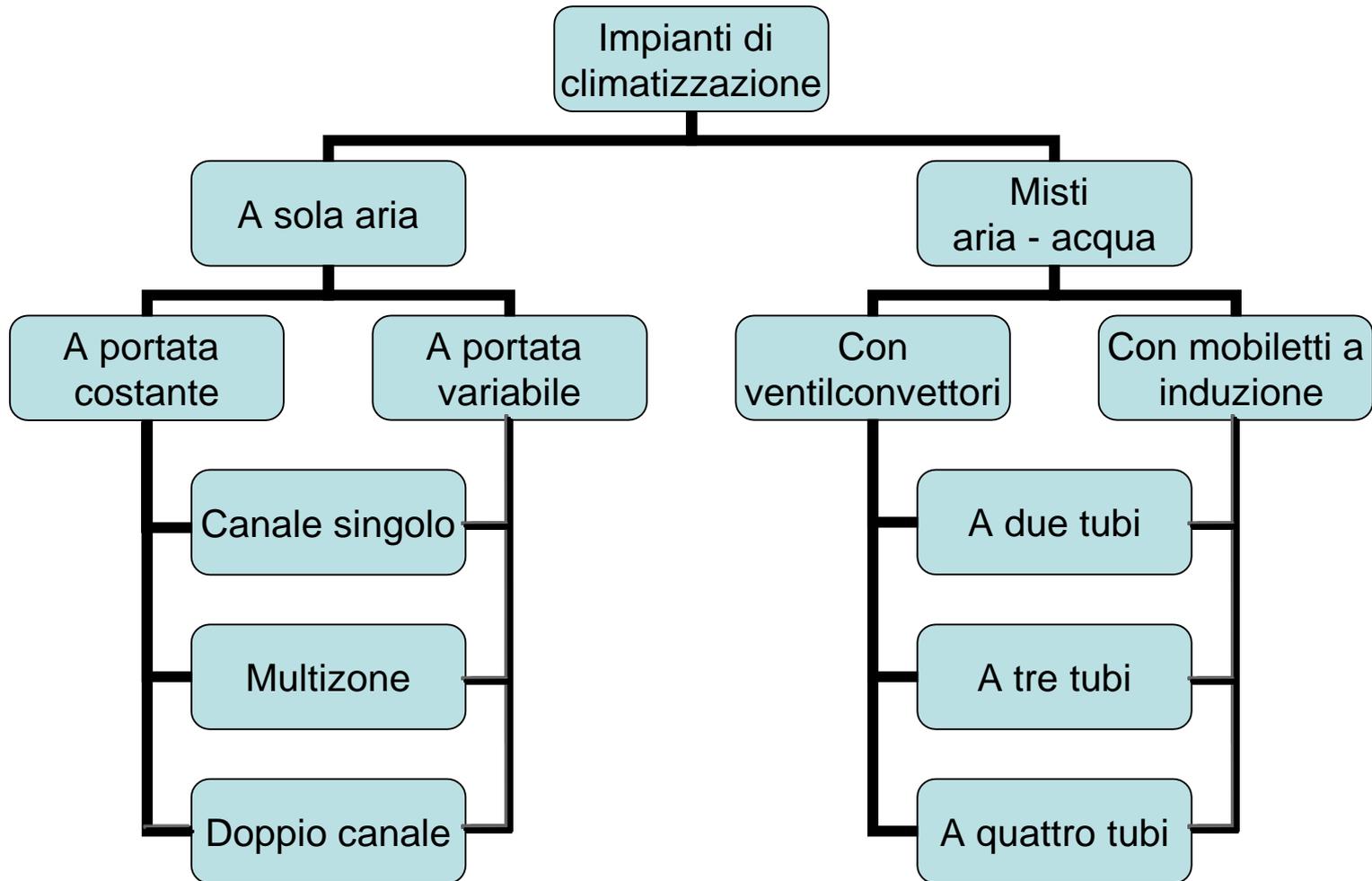
Scopo fondamentale:

Realizzare e mantenere nel tempo **condizioni di benessere termo-igrometrico** all’interno degli edifici per un agevole svolgimento delle attività in condizioni di comfort per gli occupanti.

Controllano i parametri che influenzano il benessere ambientale, in particolare:

Temperatura ambiente, Umidità relativa, Velocità e Purezza dell’aria.

Classificazione degli impianti di climatizzazione



Impianti di condizionamento a sola aria

Le **grandezze microclimatiche** (temperatura, umidità relativa, velocità e purezza dell'aria) sono **controllate** trattando e distribuendo **solo aria**

Potenza termica fornita o sottratta ad un ambiente da una portata d'aria G_a [kg/s]

$$\dot{Q} = G_a \cdot c_{pa} \cdot (t_i - t_a)$$

t_i : temperatura di introduzione [°C]

t_a : temperatura ambiente [°C]

c_{pa} : calore specifico dell'aria [1 kJ/kg K]

Regolazione della potenza scambiata:

Impianti a portata costante: variazione della temperatura di introduzione

Impianti a portata variabile: variazione della portata

Gli **impianti a sola aria**, sia nella versione a portata costante che in quella a portata variabile possono essere a **canale singolo o a doppio canale**.

Impianti a portata variabile: regolazione della potenza termica mediante **variazione della portata** d'aria, con risparmio energetico ottenuto mediante riduzione della portata.

Riduzioni di portata limitate al 25-30% del valore nominale, per cui questi impianti sono in genere realizzati per **variazioni contenute del carico termico**.

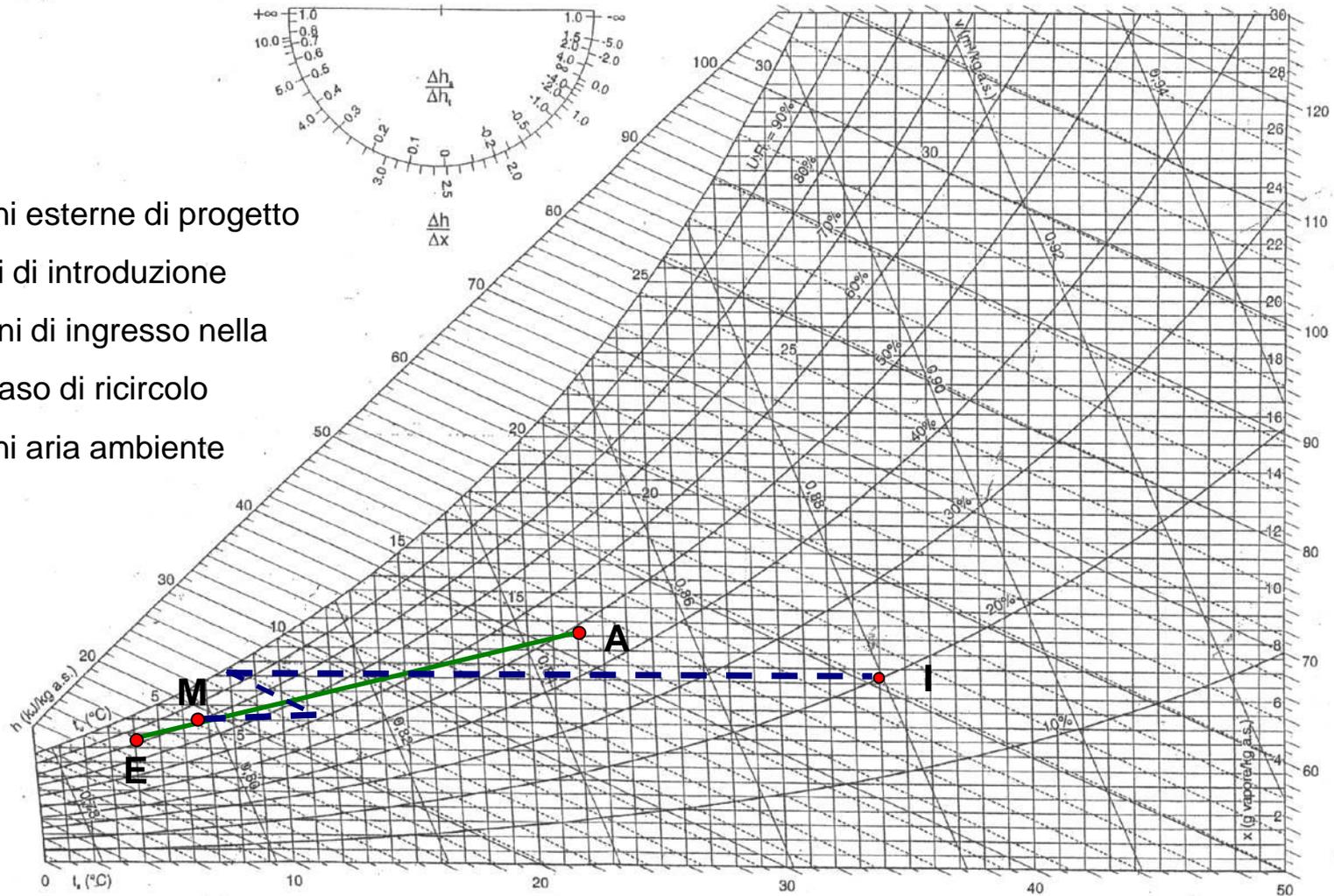
Negli impianti a **portata variabile** il **ventilatore** di mandata è **dotato di inverter** in grado di far **variare il numero di giri** (velocità del ventilatore) e, conseguentemente, la **portata d'aria** trattata.

Negli impianti a **portata variabile** va posta particolare attenzione alla progettazione dei **canali di distribuzione** dell'aria dove si hanno **variazioni di pressione** che vanno opportunamente assorbite.

Trattamento invernale: riscaldamento e umidificazione

DIAGRAMMA PSICROMETRICO
($P = 101,325 \text{ kPa}$)

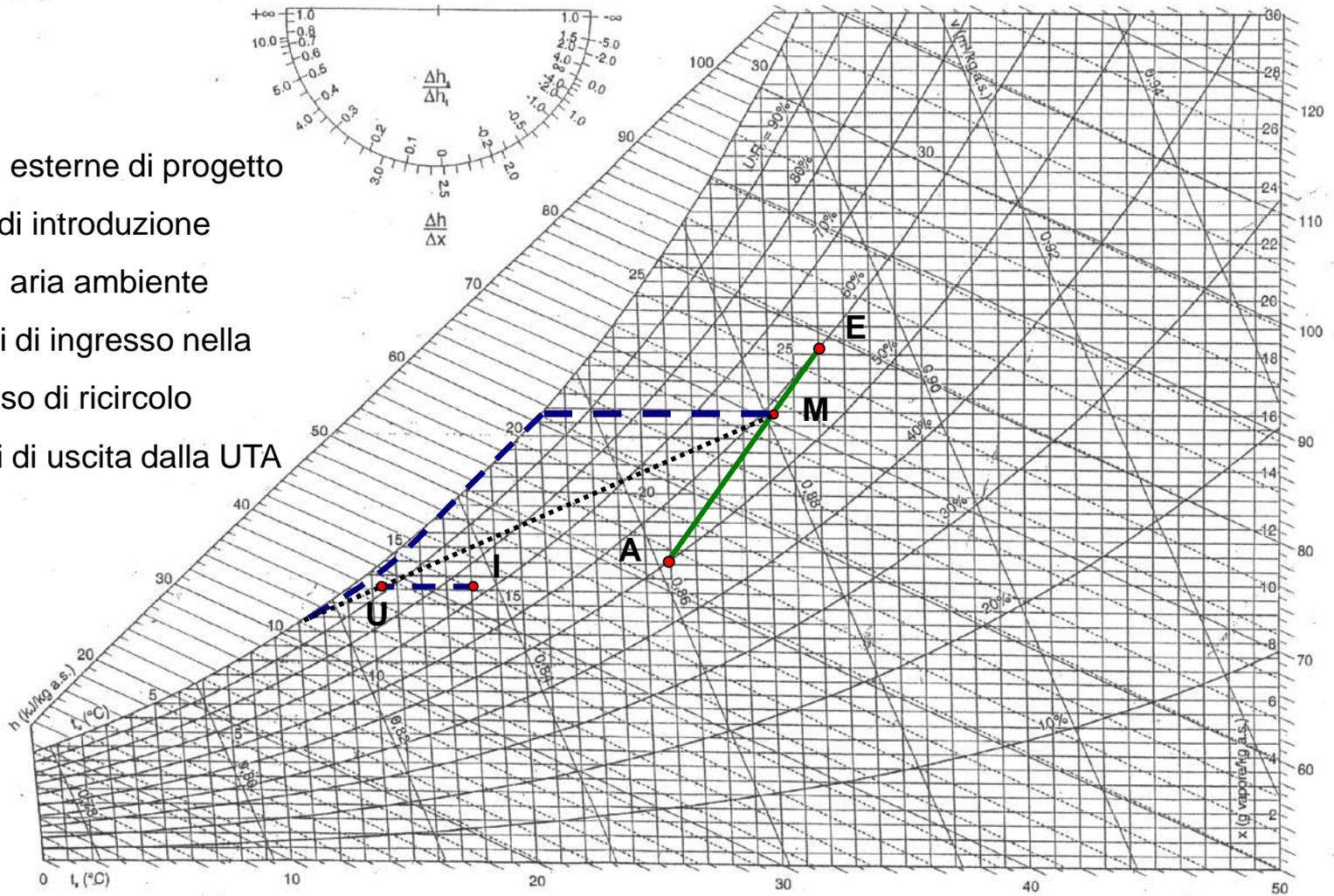
- E: condizioni esterne di progetto
- I: condizioni di introduzione
- M: condizioni di ingresso nella UTA in caso di ricircolo
- A: condizioni aria ambiente



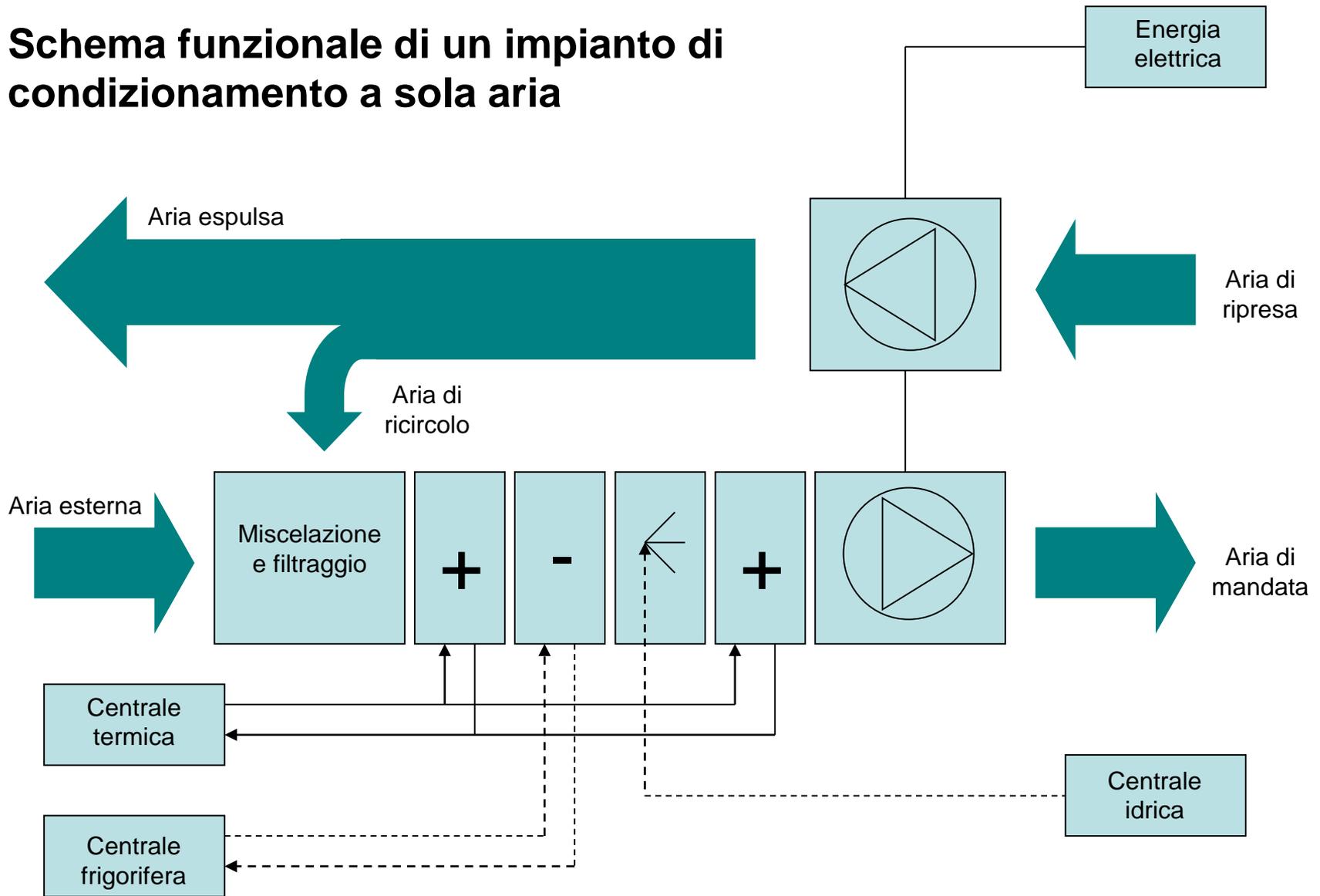
Trattamento estivo: raffreddamento e deumidificazione

DIAGRAMMA PSICROMETRICO
($P = 101,325 \text{ kPa}$)

- E: condizioni esterne di progetto
- I: condizioni di introduzione
- A: condizioni aria ambiente
- M: condizioni di ingresso nella UTA in caso di ricircolo
- U: condizioni di uscita dalla UTA

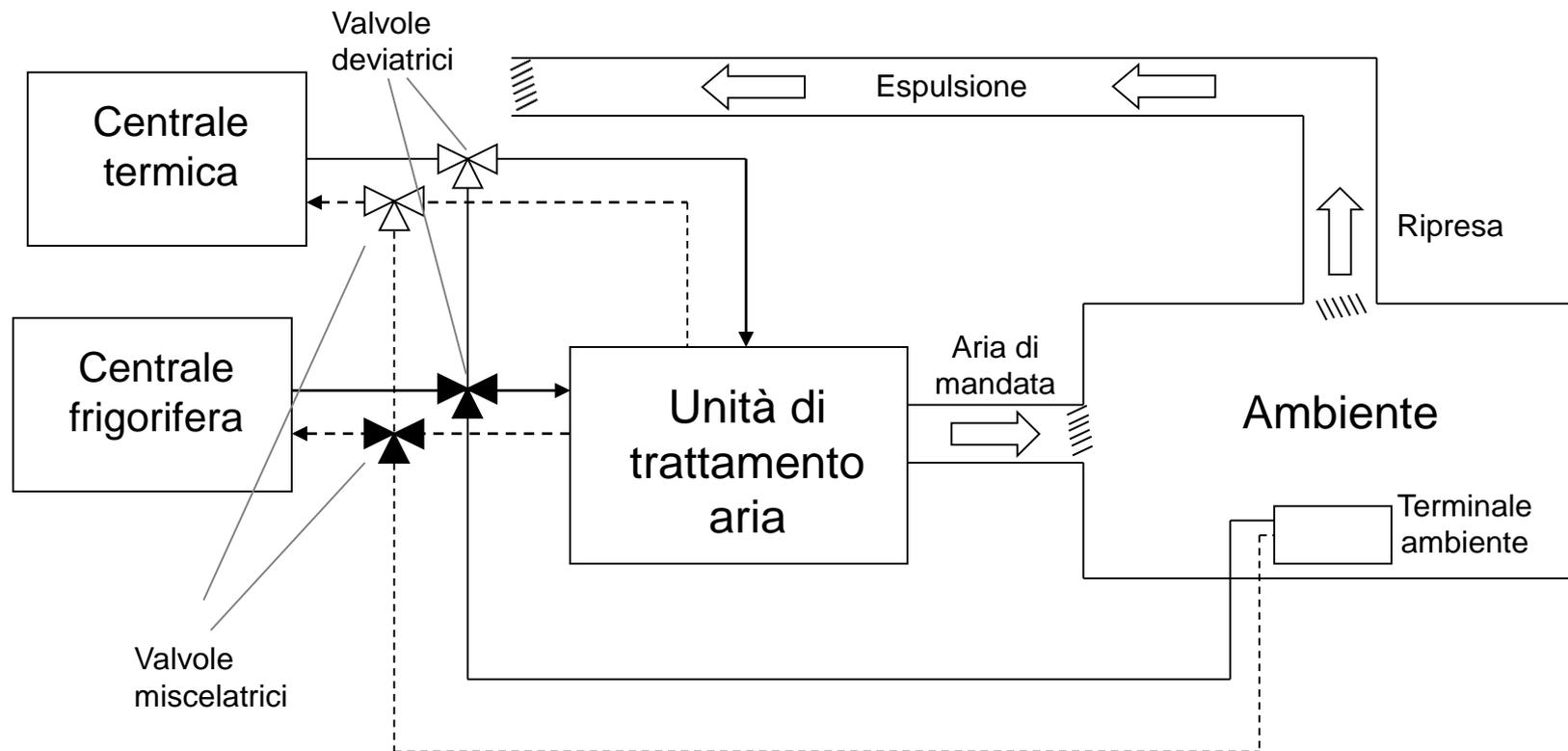


Schema funzionale di un impianto di condizionamento a sola aria



Impianto di condizionamento misto aria-acqua

L'aria serve a controllare la **purezza**, l'**umidità relativa** e la **velocità** dell'aria ambiente, mentre l'**acqua**, distribuita in appositi terminali di scambio termico posti in ambiente, serve a controllare la **temperatura dell'aria**, regolata localmente sui terminali stessi



Più **adatti** a climatizzare **edifici frazionabili** in più ambienti con **esigenze di carico diverse** (edifici residenziali, uffici, scuole)

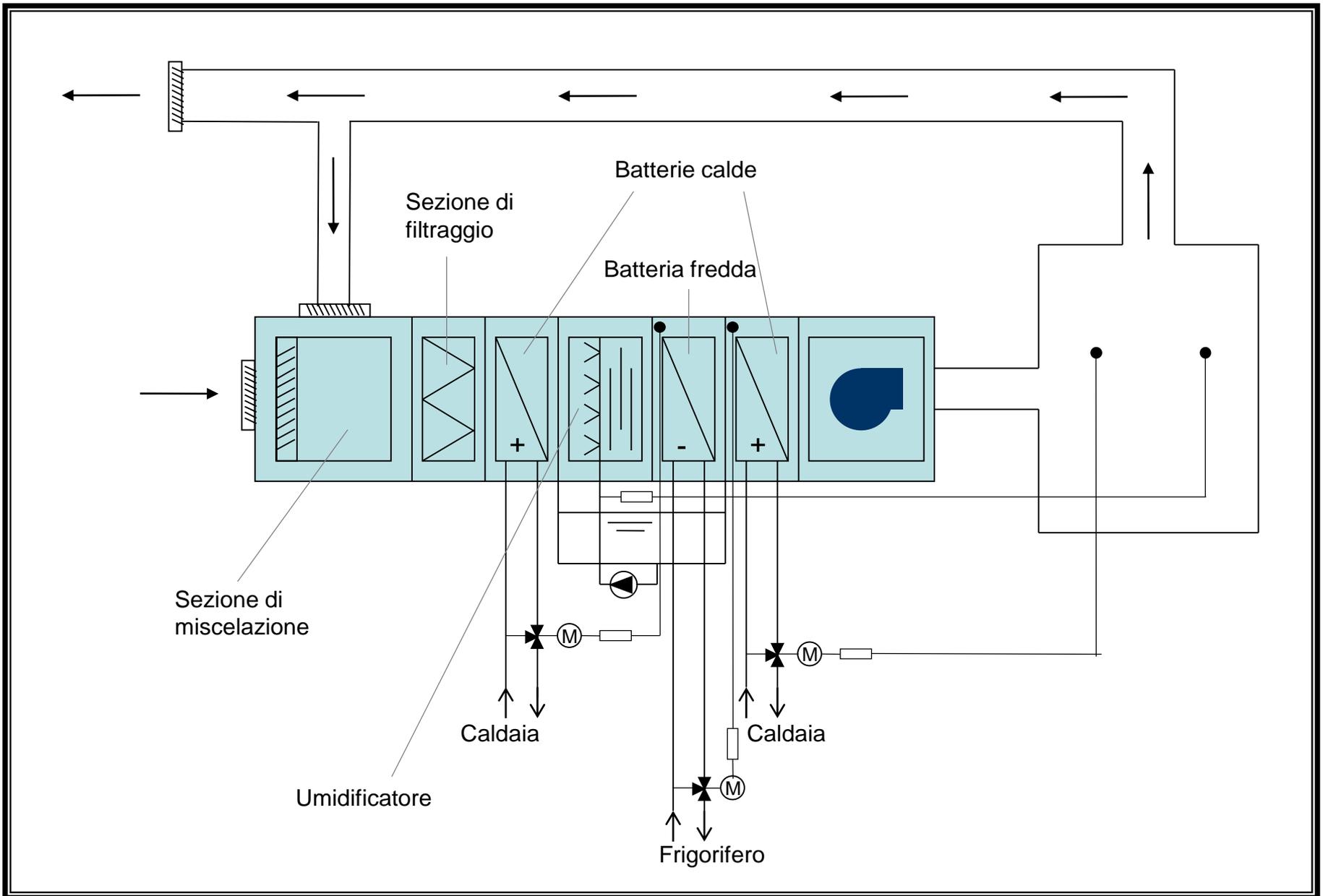
Impianti a tutt'aria a portata costante a canale singolo

Gli impianti a **canale singolo** sono adatti a climatizzare **ambienti singoli di grosse dimensioni** (es. sale per conferenze, teatri, cinema etc.) o **più ambienti con esigenze di carico uniformi** (zone termiche).

Tutta l'aria viene trattata allo stesso modo nell'**unità di trattamento aria** e portata nelle **condizioni di introduzione** (t_i e x_i)

Un solo canale di mandata serve, con le sue diramazioni, **tutti gli ambienti** dell'edificio realizzando **uguali condizioni termoigrometriche**

Ogni ambiente riceve una **quantità d'aria proporzionale** al proprio **carico termico**



Impianti a sola aria a portata costante con post-riscaldamento di zona

Esigenze diverse di zone diverse dello stesso edificio (es. **carichi non contemporanei**).

Trattamento comune dell'aria in centrale ed un **post-riscaldamento** in prossimità **di ciascuna zona** realizzato mediante una **batteria calda sul canale di mandata** dell'aria.

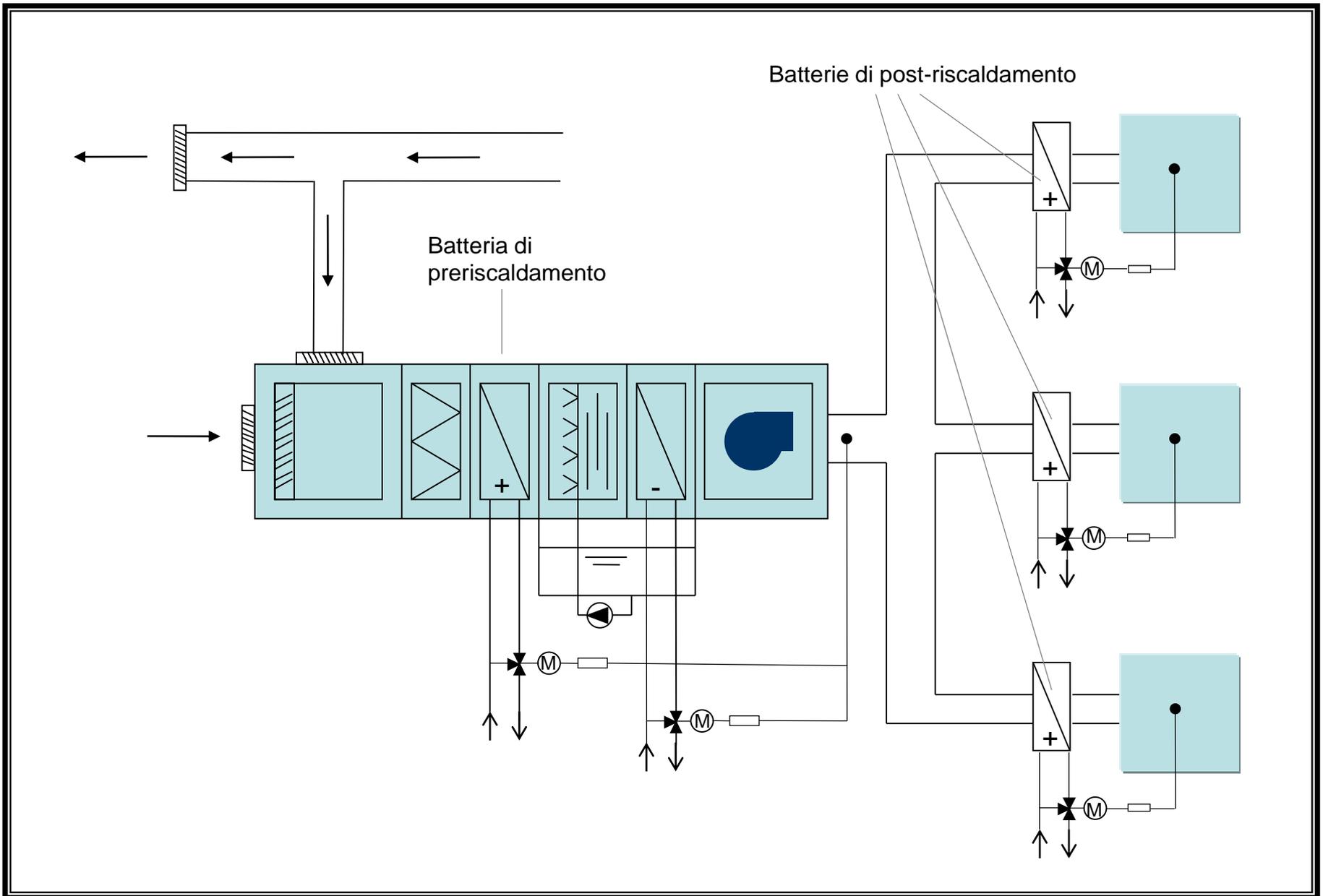
Mediante le **batterie di post-riscaldamento: controllo della temperatura** in base alla **richiesta di carico della singola zona**.

Impianti raffinati e **molto dispendiosi** energeticamente:

Batterie calde in funzione anche in **regime estivo**

Post-riscaldamento più oneroso (maggiori consumi di energia) per **richieste di carico minori**

La **macchina frigorifero** raffredda tutta la portata al valore minimo di temperatura come se si verificasse una **richiesta di carico contemporaneo** pari alla **somma dei massimi carichi di ogni zona**



Impianti a sola aria a doppio canale

Sono costituiti da **due canali**, uno per **l'aria calda** e l'altro per **l'aria fredda** prodotte entrambe nell'UTA.

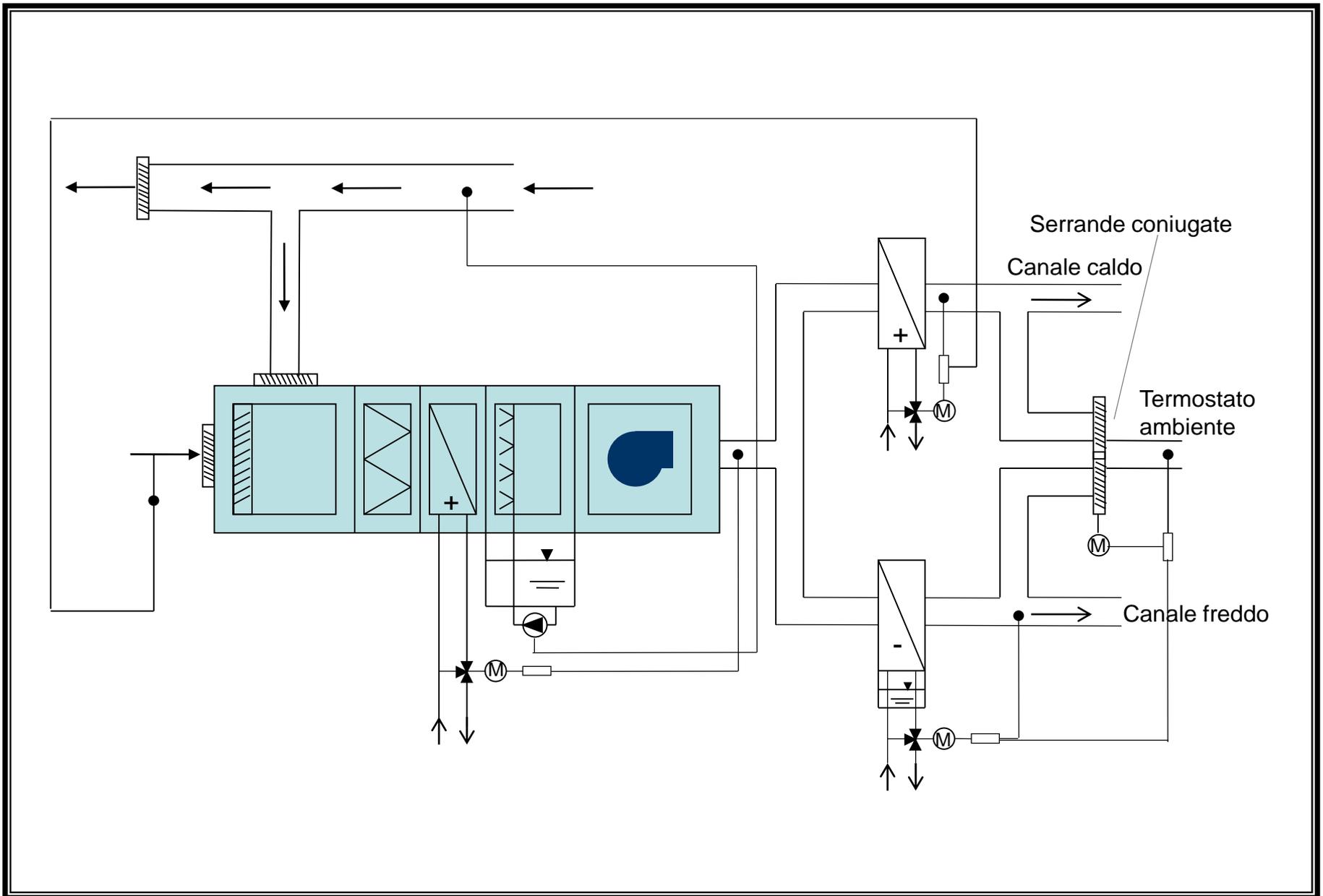
Sono sistemi **molto onerosi**, sia dal punto di vista dei costi di **installazione** che di **gestione**.

D'inverno e nelle stagioni intermedie tutta l'aria subisce in centrale un **trattamento unico di pre-riscaldamento e umidificazione**

D'estate tale **trattamento** unico **non viene effettuato**

In prossimità dell'ambiente da condizionare è collocata una **scatola di miscelazione** in cui **l'aria calda e quella fredda** vengono **miscelate** mediante **serrande coniugate** comandate da un termostato ambiente, che effettua la **regolazione delle due portate** in funzione della **temperatura dell'ambiente**

Un impianto di questo tipo è in grado di **compensare contemporaneamente** sia **carichi termici** che **frigoriferi**



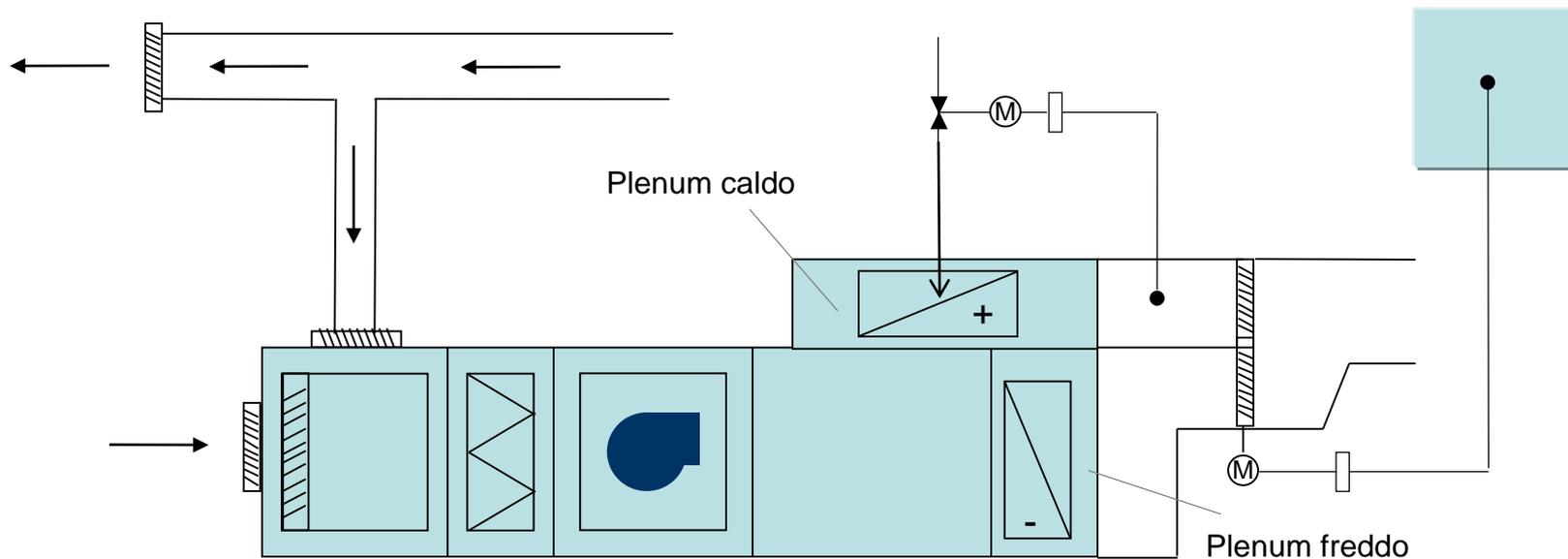
Impianti a tutt'aria a portata costante multizone

Adatti ad **applicazioni** con **numero limitato di zone** (≤ 10)

I **plenum** caldo e freddo sono **suddivisi in un numero di settori pari alle zone** da servire

Per ciascun settore ci sono **serrande doppie coniugate** che consentono di ottenere, per ciascuna zona, una miscela tra aria calda e fredda tale da soddisfare le richieste del termostato di zona.

In questo modo si distribuiscono alle varie zone **portate d'aria a temperature diverse** in funzione delle **specifiche richieste delle singole zone**



Il sistema con **post riscaldamento** di zona distribuisce a tutte le zone **aria nelle stesse caratteristiche**, mentre le batterie di post-riscaldamento consentono il raggiungimento delle condizioni interne desiderate

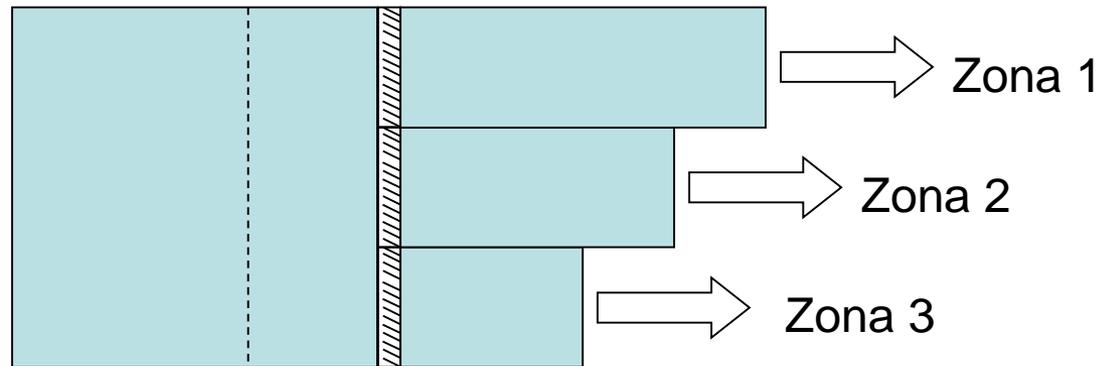
Gli impianti del tipo **multizone** permettono l'**invio** dell'**aria** alle **varie zone** in **condizioni diverse** a seconda della richiesta.

In centrale di trattamento a valle del ventilatore di mandata si trova un **plenum con due uscite: sulla prima** è sistemata una **batteria fredda** e **sulla seconda** una **batteria calda**, che portano l'aria rispettivamente ad un plenum freddo e ad uno caldo.

Successivamente i **due flussi** d'aria vengono **miscelati** in proporzioni tali da ottenere le **caratteristiche termoigrometriche** richieste da ciascuna zona.

E' un impianto in grado di soddisfare anche **situazioni con esigenze molto diverse**.

La **temperatura** dell'aria nel **plenum freddo** è quasi sempre compresa **tra 10 e 15°C**.



La portata dell'impianto è pari alla **somma delle portate** di tutte le zone, mentre la potenza termica e frigorifera devono corrispondere al **carico massimo contemporaneo delle zone**.

Questo tipo di impianti **consente il controllo individuale della temperatura di ciascuna zona** ed impiega **un solo canale per zona** per la distribuzione dell'aria.

Gli impianti multizona presentano **un modesto costo di acquisto e un costo di gestione molto contenuto**.

Impianti di climatizzazione a sola acqua

Impianti **a ventilconvettori** utilizzano l'acqua come fluido termovettore, mentre la rete di distribuzione si calcola con le regole note del dimensionamento delle reti d'acqua.

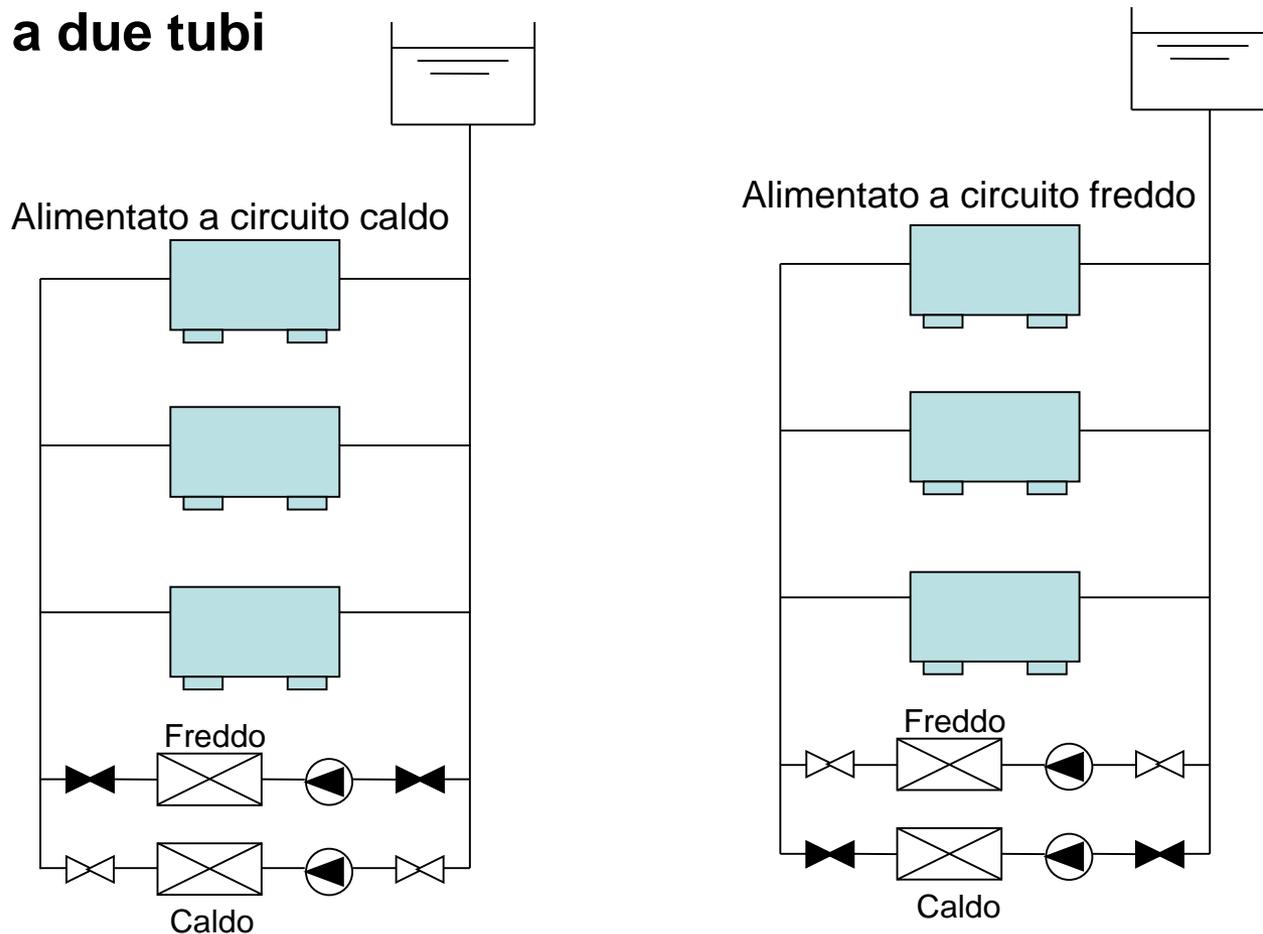
Possono essere **a due tubi** (soluzione più economica), **a tre o a quattro tubi**

L'impianto a due tubi (una mandata ed un ritorno) può funzionare **solo in regime estivo o invernale**, poiché la batteria ha a disposizione solo un fluido caldo o un fluido freddo.

La **regolazione è affidata ad un termostato di zona** che regola la velocità del ventilatore di immissione dell'aria.

Nell'impianto a quattro tubi viene realizzato un **doppio circuito**, uno per l'acqua calda ed uno per quella fredda, per cui **la regolazione può essere effettuata direttamente sul ventilconvettore** che ha a disposizione acqua calda e fredda e le modula opportunamente, **miscelandole con una valvola a tre vie**, a seconda delle esigenze.

Impianto a due tubi



Alimentazione ad acqua calda (riscaldamento) o fredda (raffrescamento) per tutti i terminali. L'impianto **non è in grado** di fornire **contemporaneamente riscaldamento** per alcune zone **e raffrescamento** per altre, per cui è prevista una **commutazione del circuito** per passare dal regime estivo a quello invernale e viceversa

Impianto a tre/quattro tubi

I sistemi a tre o a quattro tubi vengono utilizzati quando è necessario **contemporaneamente riscaldare alcune zone e raffreddarne altre** (es. zone con esposizioni diverse in particolare nelle stagioni intermedie).

In questi casi i **terminali** possono essere **alimentati contemporaneamente** sia **dal circuito freddo che da quello caldo**. Adottando delle valvole distributrici a tre vie, è possibile la differenziazione per zone.

Negli impianti a **tre tubi si hanno**:

1 tubo di mandata acqua calda

1 tubo di mandata acqua fredda

1 tubo di ritorno comune acqua calda + fredda

Negli impianti a **tre tubi**, i fan coil sono dotati di **una sola batteria** che funziona alternativamente col fluido caldo o con quello freddo.

Al contrario negli impianti a **quattro tubi** in ogni fan coil ci sono **due batterie separate**, una per l'acqua calda ed una per l'acqua fredda, poiché i **due fluidi non si miscelano mai**.

Negli **impianti a tre tubi**, i **condotti di uscita** dai mobiletti, sia che trasportino acqua calda che fredda, **confluiscono in un condotto di ritorno** che si collega sia alla macchina frigorifera che alla caldaia.

L'acqua nel tubo di ritorno si trova pertanto ad una **temperatura intermedia** tra quella della caldaia e quella della macchina frigorifera.

In questo modo il successivo trattamento è fatto con **salti termici notevoli**, quindi con **elevati consumi di energia**.

Ad esempio, se l'acqua esce dai fan coil caldi a 30 °C e da quelli freddi a 15 °C , entra in caldaia a temperatura minore di 30 °C e nella centrale frigorifera a temperatura più alta di 15 °C a causa della miscelazione dei due fluidi di ritorno.

Questa soluzione presenta pertanto **problemi di funzionamento e sprechi energetici** dovuti alla miscelazione.

Poiché i fan coil funzionano sia in regime estivo che invernale, devono essere **dimensionati per le portate maggiori** (di solito **estive**, poiché d'estate si prevedono salti termici di 5 °C, mentre d'inverno di 10 °C)

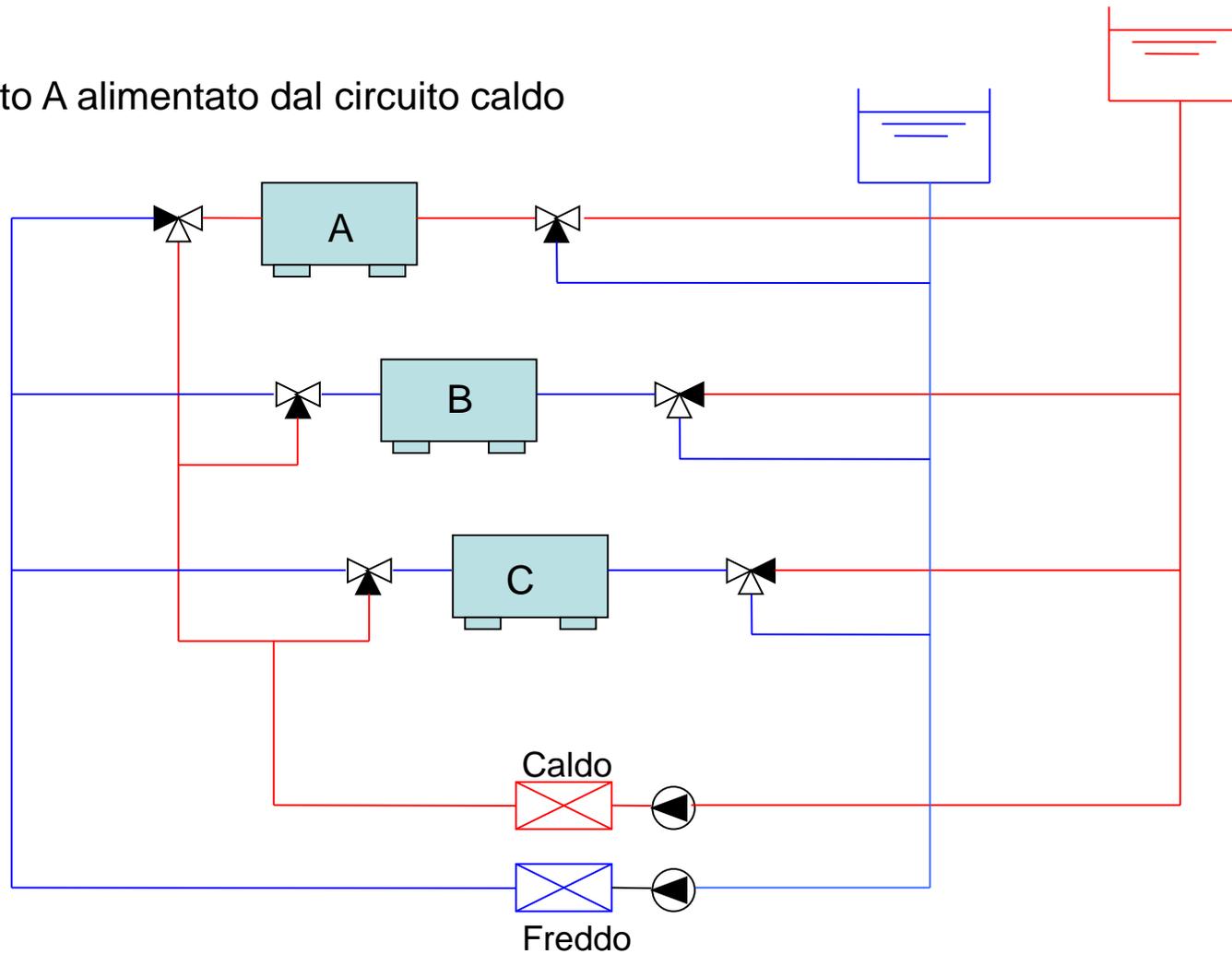
Negli **impianti a quattro tubi**, al contrario, il circuito freddo e quello caldo si mantengono separati, mediante **valvole a tre vie deviatrici**, consentendo di soddisfare **contemporaneamente** esigenze di **riscaldamento** e di **raffreddamento**.

Il **termostato ambiente** agisce **contemporaneamente** sulle **valvole deviatrici** e su **quelle d'ingresso** selezionando il tipo di **alimentazione** (calda o fredda) in funzione delle **esigenze termiche delle varie zone**, mentre le **uscite fredde** vengono inviate al **circuito freddo** e **quelle calde** al **circuito caldo** senza mai mescolarsi.

Per contro, i **sistemi** a quattro tubi risultano **molto costosi** rispetto a quelli a due tubi poiché, oltre al **doppio circuito** di alimentazione e di scarico, tutti i **terminali** sono dotati di **due batterie**, una per l'acqua calda ed una per l'acqua fredda, che entrano **in funzione alternativamente** a seconda delle **esigenze termiche** della zona servita. Risultano però **efficienti** in tutti i regimi di funzionamento

Impianto a quattro tubi

Mobiletto A alimentato dal circuito caldo



Mobiletti B e C alimentati dal circuito freddo

Impianti misti aria - acqua

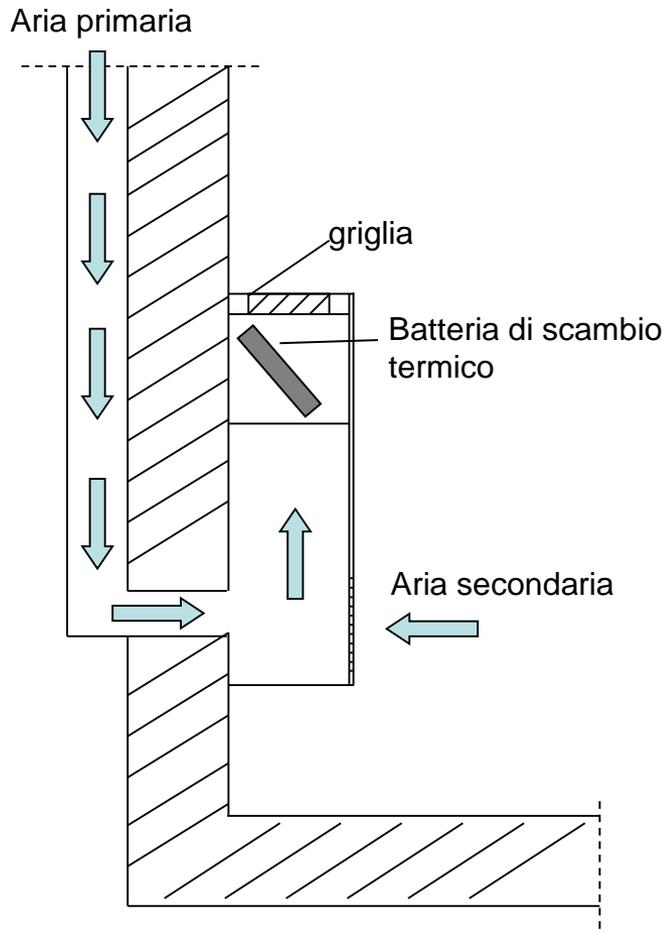
Sono impianti che utilizzano contemporaneamente **sia l'aria che l'acqua** come fluidi termovettori.

L'**acqua** serve a **controllare la temperatura ambiente e ad effettuare il ricambio fisiologico** mentre un'opportuna portata d'**aria primaria** viene immessa in ambiente per **controllare l'umidità ambiente** in maniera più efficace.

Le **portate** sono **ridotte** rispetto agli impianti a tutt'aria, poiché l'aria necessaria per il ricambio è circa il 10-40 % di quella corrispondente ad un eventuale impianto a tutt'aria. Di conseguenza si riducono anche gli **ingombri dei canali**.

Il resto del carico termico degli ambienti da climatizzare viene soddisfatto con **acqua fredda** (estate) o con **acqua calda** (inverno) mediante **ventilconvettori (fan-coil)** o **mobiletti ad induzione**. Questi ultimi sono poco utilizzati perché comportano **introduzione di rumore** in ambiente richiedendo l'immissione **dell'aria ad elevata velocità**.

Mobiletti a induzione



Attraverso un **getto di aria primaria** ad alta velocità, l'**aria ambiente** (secondaria) viene **trascinata** per **induzione** all'interno del mobiletto

L'aria primaria garantisce all'ambiente il **necessario ricambio** miscelandosi al contempo con l'aria ambiente.

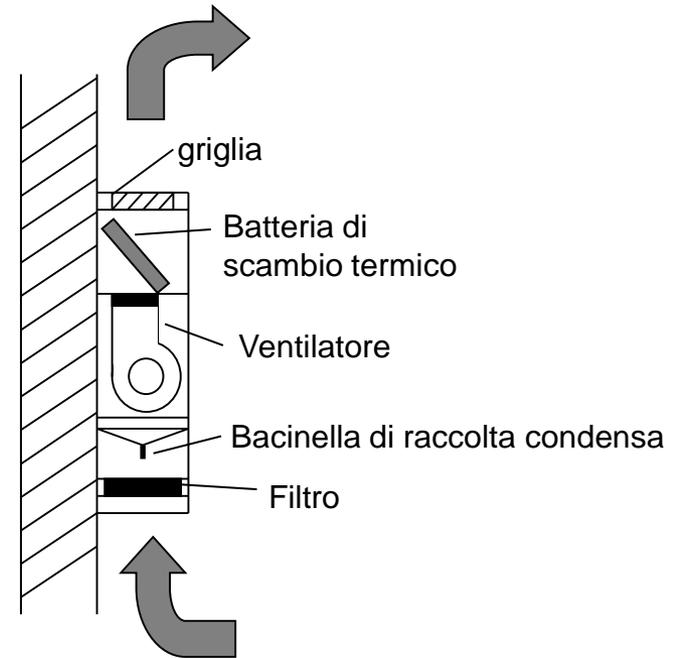
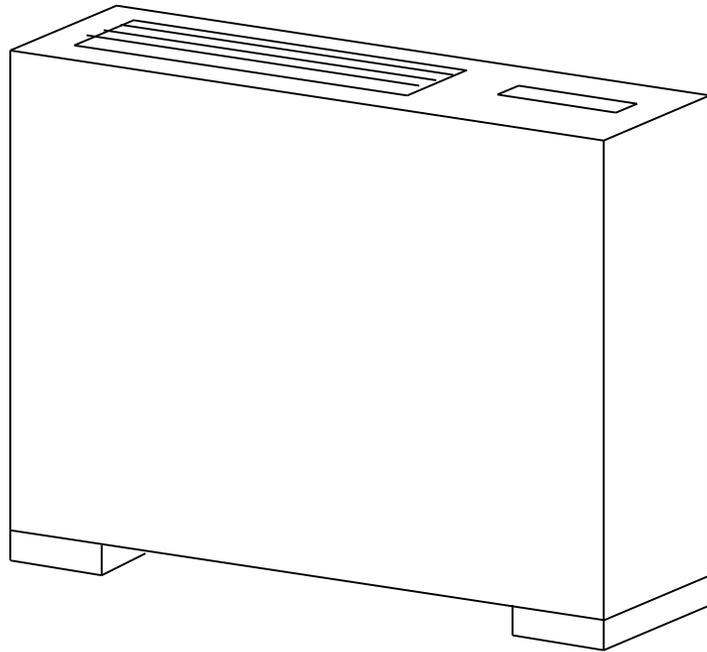
Problemi di **rumorosità** per l'elevata velocità dell'aria primaria.

L'adozione di mobiletti ad induzione comporta spesso **problemi di ingombro** poiché occorrono **canali** per trasportare l'aria primaria fino ai terminali implicando la realizzazione di **controsoffittature** con conseguenti **maggiori costi di installazione** dell'impianto

Ventilconvettori (fan coil)

La **batteria** può essere alimentata da **acqua calda** (inverno) o **fredda** (estate)

La **temperatura dell'aria** in uscita è imposta pari ad un **valore costante**.



Funzionano di solito con **tutta aria di ricircolo** perché l'immissione di aria esterna richiede un foro sulla parete (protetto da una rete contro l'ingresso di topi) e perché **l'aria esterna comporta maggiori difficoltà di controllo dell'umidità** relativa essendo l'umidità esterna sottoposta spesso a **variazioni anche casuali**.

Gli impianti misti aria-acqua sono utilizzati in modo particolare negli **edifici destinati ad uffici** in cui si possono nettamente **distinguere** una **zona periferica** con **variazione molto rapida delle condizioni climatiche** (grosse finestre perimetrali esposte sui quattro lati) ed una **zona centrale** con **variazioni più lente dei carichi termici** (poco influenzate dall'esposizione)

La soluzione del doppio impianto consente di:

- a. **condizionare la fascia esterna con un impianto a ventilconvettori** (per seguire l'andamento dei carichi termici) **ed aria primaria** (per garantire il necessario ricambio d'aria e controllare lo stato igrometrico)
- b. **condizionare contemporaneamente la fascia interna con un impianto ad aria a portata costante.**

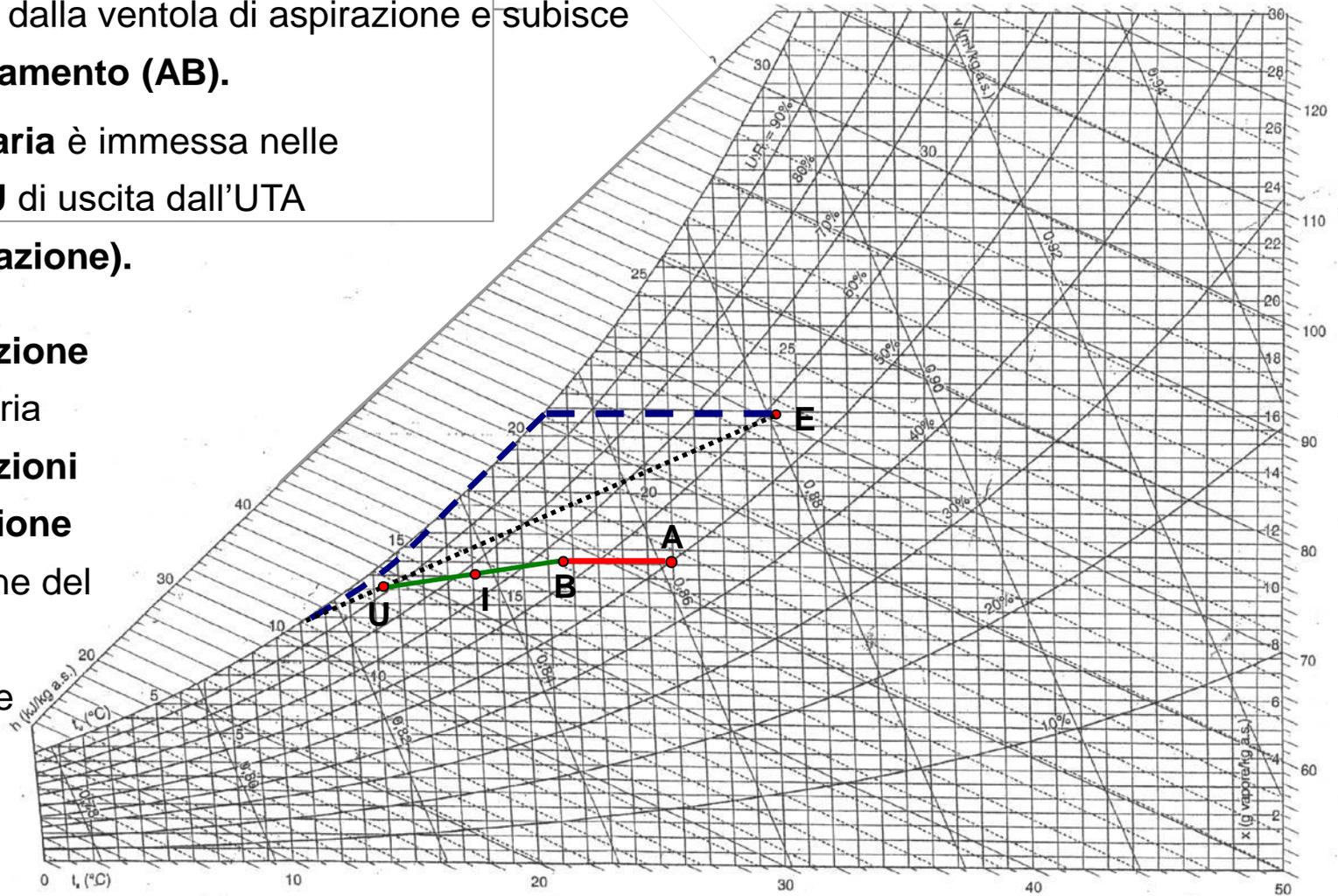
Naturalmente hanno un **costo maggiore** rispetto agli impianti a sola acqua per la **presenza dei canali dell'aria.**

Trattamento estivo: impianto misto con fan coil

L'aria ambiente (**A**) viene richiamata all'interno del **fan-coil** dalla ventola di aspirazione e subisce un **raffreddamento (AB)**.

L'aria primaria è immessa nelle condizioni **U** di uscita dall'UTA (**max saturazione**).

La **miscelazione** BU porta l'aria nelle **condizioni di introduzione (I)** in funzione del rapporto tra le portate



Trattamento invernale: impianto misto con fan coil

L'aria primaria (E) viene trattata dalle condizioni esterne fino al punto P, a temperatura vicina a quella ambiente (A)

L'aria ambiente viene riscaldata dal fan coil da A a B.

La miscelazione PB porta l'aria nelle condizioni di introduzione (I)

AI: retta di introduzione

